

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-252986

(43)Date of publication of application : 18.09.2001

(51)Int.Cl.

B29C 67/00
G02F 1/13
G03F 7/24
// B29K101:10
B29L 31:00

(71)Application number : 2000-065006

(71)Applicant : JAPAN SCIENCE & TECHNOLOGY CORP

(72)Date of filing : 09.03.2000

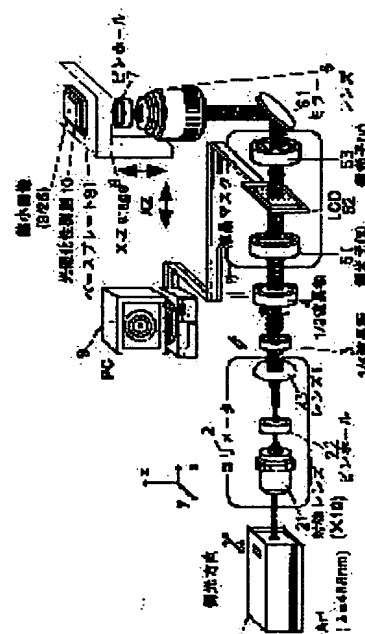
(72)Inventor : MIYOSHI TAKASHI
HAYASHI TERUTAKE

(54) APPARATUS AND METHOD FOR OPTICAL SHAPING

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize an optical shaping with high degree of freedoms of shaping, a high accuracy and a high speed in a non-laminate by a surface exposure by using a liquid crystal mask and a visible light.

SOLUTION: As a light source 1, an Ar⁺ laser is used. A beam size of a light is enlarged by a collimator 2 as an incident light. An incident light having a uniform intensity distribution via a 1/4 wavelength plate 3 and a 1/2 wavelength plate 4 is transmitted through a liquid crystal mask 5, and then a noise such as a primarily diffracted light or the like is removed by a spatial frequency filter 7 via a lens 6. A liquid crystal image is contracted and focused on a base plate 81 by an operation of a contraction optical system by the lens 6 or the like. A visible light curable resin is disposed as an object 10 to be a stereo lithography on the plate 81, and a material is cured in a non-deposit layer.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

19.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-252986
(P2001-252986A)

(43) 公開日 平成13年9月18日 (2001.9.18)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
B 2 9 C 67/00		B 2 9 C 67/00	2 H 0 8 8
G 0 2 F 1/13	5 0 5	G 0 2 F 1/13	5 0 5 2 H 0 9 7
G 0 3 F 7/24		G 0 3 F 7/24	Z 4 F 2 1 3
// B 2 9 K 101:10		B 2 9 K 101:10	
B 2 9 L 31:00		B 2 9 L 31:00	
審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 11 頁)			

(21) 出願番号 特願2000-65006 (P2000-65006)

(22) 出願日 平成12年3月9日 (2000.3.9)

特許法第30条第1項適用申請有り 平成11年9月13日
社団法人精密工学会発行の「1999年度精密工学会秋季大会
学術講演会講演論文集」に発表

(71) 出願人 396020800

科学技術振興事業団
埼玉県川口市本町4丁目1番8号

(72) 発明者 三好 隆志

大阪府豊中市西緑丘2-2-1-146

(72) 発明者 林 照剛

奈良県奈良市帝塚山中町1-3

(74) 代理人 100107010

弁理士 橋爪 健

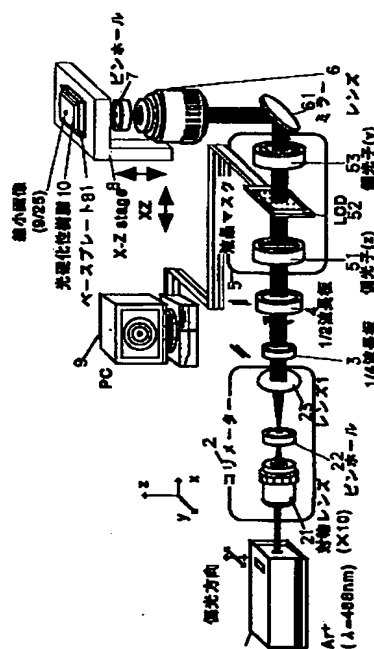
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光造形装置及び光造形方法

(57) 【要約】

【課題】 液晶マスクと可視光を用いて、面露光による非積層での造形を、高い造形自由度、高精度、高速で実現する。

【解決手段】 光源1に、Ar⁺レーザーを用い、コリメータ部2により、ビーム径を拡大して入射光とする。1/4波長板3、1/2波長板4を経て、一様な強度分布をもつ入射光は、液晶マスク部5を透過した後、レンズ6を経て空間周波数フィルター7により一次回折光等のノイズを取り除かれる。レンズ6等による縮小光学系のはたらきによりベースプレート81上で液晶画像は、縮小されて結像する。ベースプレート81には造形対象物10として可視光硬化性樹脂が配置され、非積層で材料を硬化させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】造形対象物を造形するための可視光を出力する光源と、

2次元情報及び階調情報により透過光又は反射光が制御される液晶マスク部と、

液晶マスク部に、2次元情報及び階調情報を与え、造形対象物の3次元形状を設定する制御部と、を備え、前記光源からの可視光が、前記制御部により制御された前記液晶マスク部を透過又は反射し、造形対象物に照射されることにより、3次元形状を形成するようにした光造形装置。

【請求項2】前記光源からの光のビーム径を広げるコリメータと、

円偏光の光を直線偏光に変換する1/4波長板と、直線偏光に変換した光の偏光方向を変える1/2波長板とをさらに備え、前記液晶マスク部に入射される光を調整するようにした請求項1に記載の光造形装置。

【請求項3】前記液晶マスク部を透過又は反射した光について、0次光以外の回折光をカットする空間周波数フィルターをさらに備えた請求項1又は2に記載の光造形装置。

【請求項4】造形対象物は、光硬化性樹脂を用いることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の光造形装置。

【請求項5】前記液晶マスク部は、前記制御部からの情報信号が入力される液晶パネルと、前記液晶パネルに入射する光の非直線偏光成分をカットする第1の偏光子と、前記液晶パネルからの光の強度を調整する第2の偏光子を備えた請求項1乃至4のいずれかに記載の光造形装置。

【請求項6】液晶マスク部に、2次元情報及び階調情報を与え、造形対象物の3次元造形形状を設定し、光源からの可視光を、所定のビーム径で且つ一様又は略一様な強度分布をもつ光に調整し、調整された光を、液晶マスク部に透過させて又は液晶マスク部で反射させて、造形対象物に照射することにより、3次元形状を形成するようにした光造形方法。

【請求項7】液晶マスク部を透過又は反射した光を、さらに空間周波数フィルターを通過させて、造形対象物に照射するようにした請求項6に記載の光造形方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光造形装置及び光造形方法に係り、特に、可視光光源及び液晶パネルを用いて、造形対象物（例えば、樹脂）の3次元形状を非積層・一体で光造形する光造形装置及び光造形方法に関する。

【0002】

【従来の技術】光造形技術は、例えば、医療や工業の分

野での製品又は部品形状の試作や小規模生産のための簡易型作成などの分野で広く用いられており、高精度化や適用分野の拡大に対する期待が高まってきている。また、光造形技術は、様々な分野で利用される技術であるため、対象となる製作物の形状や寸法、材質も多様となる。

【0003】また、一般に、工業製品等の新製品開発において、リードタイムの短縮が重要である。製品及びその部品は、通常CADで設計されて、開発段階で試作品を正確に早く作成することが望まれる。従来より、3次元CADデータに基づくNC工作機械による加工で、製品又は部品を直接切削する技術の他に、積層造形法によるラビッドプロトタイピングが進歩をとげている。

【0004】積層造形法には、光硬化樹脂法（光造形法）、奮発レーザー光（熱硬化）焼結法、インクジェットノズル堆積法、押出堆積法、切断されたシートを積層する方法など、多種類の方法がある。いずれの方法も、所望の3次元形状を得るために、3次元CADデータを2次元のシート状のデータとして、複数の層を積み重ねるようにしたものである。特に、光硬化樹脂法では、3次元CADデータから2次元スライスデータを作成し、レーザー光を2次元で造形対象物としての樹脂上を走査し、樹脂を硬化させることで造形する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の積層造形法では、所望の造形品の寸法精度を向上するためには、層の数を増やす必要があり、製造時間及びコストが増大することになる。また、樹脂の硬化が順次硬化であるため、硬化の際の収縮により、精度を落とす場合がある。さらに、複雑な構造や空中に浮かぶような部分には、支持物を配置し、加工後にそれを取り除く工程が必要となる。

【0006】また、処理時間・工程の短縮のために、液晶パネルを用いた一括面露光による光造形法が提案されたものの、紫外線を用いる必要があるため液晶が損傷又は破壊される場合がある。また、この光造形法では、回折光や散乱光が発生し、結像が不鮮明となり、造形物の寸法精度が良くない。

【0007】本発明は、以上の点に鑑み、精密部品やマイクロマシニング用の製品又は部品などのような小型形状、中型形状の造形からマイクロ形状の造形までカバーできる光造形装置及び光造形方法を提供することを目的とする。

【0008】本発明は、液晶マスクと可視光を用いて、面露光による非積層での造形を、高い造形自由度、高精度、高速で実現することを目的とする。本発明は、液晶表示階調による造形深さを制御することで、露光像の強度変調を容易とすることを目的とする。

【0009】また、本発明は、造形データの作成を容易とし、異なる形状の複数部品を同時に作成可能とするこ

とで、多品種少量生産に適した光造形装置及び光造形方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】液晶ディスプレイは、任意の画像を表示できることから、従来作成が困難であった可変マスクとして利用できる。この液晶マスクを用いて、一括面露光を行い、ビーム走査の工程を含まない造形を行うのが、本発明の液晶光造形法の主な特徴である。走査により点から面を作る工程を含まないために、造形時間の短縮と高精度化を達成することができる。また、液晶は、濃淡表示によって透過光の強度を変化することができるため、二次元画像に強度情報を加えた三次元情報を持った像から、一括して立体形状を作成することができる。この点で、積層という次元から3次元への拡張に不可欠なプロセスを必要としない点は、従来の手法と大きく異なる。さらに画像の取り扱いが容易であることから、AFM等の三次元測定データからの形状を拡大再構成する等の新たな利用法も考えられる。

【0011】また、液晶により、回折から生じる1次回折光等のノイズ、液晶の光吸収・光照射により熱が発生する場合がある。本発明では、これを抑制又は防止するために、可視光源と可視光感光樹脂を用いている他、空間周波数フィルターによる1次回折光の除去等の対策をとっている。

【0012】本発明の第1の解決手段によると、造形対象物を造形するための可視光を出力する光源と、二次元情報及び階調情報により透過光又は反射光が制御される液晶マスク部と、液晶マスク部に、二次元情報及び階調情報を与え、造形対象物の3次元形状を設定する制御部と、を備え、前記光源からの可視光が、前記制御部により制御された前記液晶マスク部を透過又は反射し、造形対象物に照射されることにより、3次元形状を形成するようにした光造形装置を提供する。

【0013】本発明の第2の解決手段によると、液晶マスク部に、二次元情報及び階調情報を与え、造形対象物の3次元造形形状を設定し、光源からの可視光を、所定のビーム径で且つ一様又は略一様な強度分布をもつ光に調整し、調整された光を、液晶マスク部に透過させて又は液晶マスク部で反射させて、造形対象物に照射することにより、3次元形状を形成するようにした光造形方法を提供する。

【0014】

【発明の実施の形態】図1に、本発明の光造形装置の構成図を示す。この光造形装置は、光源1、コリメータ部2、1/4波長板3、1/2波長板4、液晶マスク部5、レンズ6、ピンホール7、X-Zステージ8、制御部(PC)9を備える。

【0015】光源1は、可視光を発生する各種レーザーである。この実施の形態では、例えば、大出力が得られること、及び、可視光(例えば、波長488nm)を発生

させ液晶に損傷を与えないこと(紫外光では液晶に損傷をあたえる場合がある)から、可視光源のAr+レーザーを用いている。コリメータ部2は、対物レンズ21、ピンホール22、レンズ23等が組み合わせて構成される。コリメータ部2は、光源1からのビーム径を広げLCD52全体又は広範囲を照射できるようにする。また、コリメータ部2は、光強度を全体にわたって均一化する役目もはたしている。1/4波長板3は、円偏光の光を直線偏光に変換するもので、LCD52の手前にある偏光子(z)でのビームエネルギーのロスを減らす。1/2波長板4は、直線偏光に変換した光の偏光方向を変え、LCD52に対して最適なコントラストを得られる方向に変換する。

【0016】液晶マスク部5は、偏光子(z)51、液晶パネル(LCD)52及び偏光子(z)53を備える。偏光子(z)51は、LCD52に入射する前の非直線偏光成分の光をカットし画像のコントラストを向上させる。LCD52は、例えば、TFT液晶を有し、直接接続されたPC9から出力された画像を表示、表示画像にしたがって一画素ごとに偏光方向を変換し、一様照明された光に偏光の回転角として画像情報を与える。偏光子(y)53は、この偏光子を通過することでLCD52に表示された画像が光の濃淡として変換される。LCD52の画素毎の偏光の回転によってその画素に対応する光の強度が決定される。

【0017】制御部(PC)9は、液晶マスク部5のLCD52に、二次元情報及び階調情報を与え、造形対象物の3次元造形形状を設定する。例えば、造形物の3次元CADデータに基づき、二次元スライスデータを作成し、その縦方向のデータとしてLCD52の階調データに変換する。LCD52を通過した光を造形対象物10に結像させることで、実質的に複数のスライスデータを用いた露光を、一度の面露光で造形物を作成することになる。

【0018】レンズ6は、現在ズームレンズを用いており、像の縮小および拡大倍率を変換できる。このレンズ6によって、造形対象物10上にLCD52に表示された画像が結像される。なお、光の方向を調整するために適宜ミラー61を設けることができる。空間周波数フィルター7は、例えば、ピンホールを用いることができる。空間周波数フィルター7は、LCD52によって生じた0次元を除く回折光をカットする。これにより、結像位置での光の干渉による像の劣化を防ぐ。すなわち、0次元は直進するが、それ以外の回折光はBragg条件を満たす方向へすすむので、レンズを通過して光が集光する位置に空間周波数フィルター7(ピンホール)を配置し、主に0次元のみを通過させる。また、空間周波数フィルター7によって2次回折光以降の光についても同様に除去できる。なお、2次以降の回折光については強度が弱くなるため、実際に影響するのは主に1次回折

光である。

【0019】X-Z ステージ8は、造形対象物10の位置をレンズによって像が結像する面に正確に配置する。ベースプレート81は、造形対象物10を実際に配置する。下方から光があたるため透明で厚さの薄いガラス、プラスチック等の板を用いる。なお、ここでは、一例として、厚さ150 μ mのカバーガラスを使用した。造形対象物10は、例えば、光硬化性樹脂を用いられる。ここでは、一例として、可視光に感度を有するように特別に調合された光硬化性樹脂を使用し、そのピーク感度は、488nm付近に調整されている。造形対象物10は、これに限らず、光源1により造形しうる適宜の材料を用いることができる。

【0020】以下に、本発明の光造形装置及び方法の動作を説明する。この例では、光源に、Ar⁺レーザー(λ =488nm)を用い、コリメータ部2により、ビーム径を拡大して入射光とする。1/4波長板3、1/2波長板4を経て、一様な強度分布をもつ入射光は、液晶マスク部5を透過した後、レンズ6を経て空間周波数フィルター7により一次回折光等のノイズを取り除かれる。レンズ6等

による縮小光学系のはたらきによりベースプレート81上で液晶画像は、縮小(例えば、9/25)されて結像する。ベースプレート81には造形対象物10として可視光硬化性樹脂が配置され、非積層で材料を硬化させる。【0021】以下に、本発明による造形物作成の例を説明する。LCD52としては、一例として、TFTアクティブマトリクス型画素数800x600pixel、画面サイズ26.40x19.98mm、ピクセルサイズ33x33 μ m等を用いた。また、光源1としては、アルゴン(Ar⁺)レーザー(波長488nm、直線偏光、100mW \sim 1.5W)である。光強度は、300mW、露光時間は2 \sim 10secとした。造形対象物10の使用樹脂は、ウレタンアクリレート系を用いた。

【0022】図2に、液晶の光透過率の説明図を示す。これによると、強度変調には、70階調程度が利用可能であることがわかる。また、LCD52は、100%に近い遮光性能をもつことがわかる。測定条件としては、LCD52に光を入射し、主に0次光の強度のみを測定することができる。

【0023】図3に、表示階調と光強度および硬化深さの関係についての説明図を示す。この図は、液晶の表示階調(色の濃さ)と光強度および硬化深さの関係を示すものである。硬化深さは、Lambert-Beerの法則より照射エネルギーの対数にほぼ比例する。したがって、図より硬化深さは表示階調にほぼ比例することが推測される。表示階調と硬化深さの関係の確認をかねて、基本的な形状を幾つか試作した。ここに示す結果は、いずれも非積層プロセスで形状を創成したものである。

【0024】図4に、液晶マスクに用いた画像の図を示す。図5に、各液晶マスクにより造形された形状の図を

示す。両方の図で寸法の縮尺が異なるのは、液晶画像が縮小されているためである。各図において、(a)は白抜きのアルファベット、(b)は中心に向かって同心状に階調が等間隔で変化する正方形、(c)にはAFMによる格子縞の3次元測定データを用いた。造形条件は、一例として、入射光強度が500mW、露光時間はそれぞれ1秒、4秒、4秒である。その結果、二次元形状の造形、三次元形状の造形、三次元測定データからの形状復元の可能性を確認できた。

【0025】図6に、光リング式変位センサによる非接触で計測した硬化形状の説明図を示す。図中(a)は、文字形状の測定結果を示す。図中(b)は、四角錐形状の測定結果を、斜め視点及び正面プロファイルを示す。なお、光リング式変位センサは、例えば、高谷裕浩他：非接触光造形3D形状計測に関する研究、精密工学会秋季大会学術講演論文集(1996)559等参照のこと。特に、図中(b)に示すような四角錐の硬化形状から、階調と硬化深さの関係が図3に示した推測値とよく一致することが分かる。これらの結果から、硬化深さは階調にほぼ比例して変化していることが確認できた。

【0026】また、図7は、液晶マスクに用いた他の画像の図(上)とSEM観察像を示す図(下)である。図中(a)はアルファベット、(b)はチューブについて、それぞれ示される。なお、ここでは、露光時間は4秒である。このように、3次元造形がなされていることが確認できる。

【0027】図8は、多品種同時生産についての入力画像とSEM観察像を示す図である。露光時間4秒、歯車厚さ1mmで、複数種歯車が造形された。なお、製作時間は従来の1/10程度であった。

【0028】以上のように、本発明によって形状の試作を行い、硬化深さと表示階調の関係から、非積層で三次元形状を自由に造形できることを確認した。また、三次元測定データの復元や高精度造形が、本発明で可能であることを確認した。

【0029】なお、本発明において、液晶パネルに反射部又は反射鏡を設けることにより、光源からの入射光を反射して、造形対象物に照射するような反射型の光造形装置及び方法とすることができる。また、上述の実施の形態において、使用波長、液晶マスクの大きさや画素数等のスペック、造形対象物の材料・形状・大きさ等は、一例を挙げたに過ぎず、適宜変更、修正することができる。

【0030】

【発明の効果】本発明によると、以上のように、精密部品やマイクロマシン用の製品又は部品などのような小型形状、中型形状の造形からマイクロ形状の造形までカバーできる光造形装置及び光造形方法を提供することができる。

【0031】本発明によると、液晶表示階調による造形

深さを制御することで、露光像の強度変調を容易とすることができる。本発明によると、液晶マスクと可視光を用いて、面露光による非積層での造形を、高い造形自由度、高精度、高速で実現することができる。

【0032】本発明によると、造形データの作成を容易とし、異なる形状の複数部品を同時に作成可能とすることで、多品種少量生産に適した光造形装置及び光造形方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光造形装置の構成図。

【図2】液晶の光透過率の説明図。

【図3】表示階調と光強度および硬化深さの関係についての説明図。

【図4】液晶マスクに用いた画像の図。

【図5】各液晶マスクにより造形された形状の図。

【図6】光リング式変位センサによる非接触で計測した*

*硬化形状の説明図。

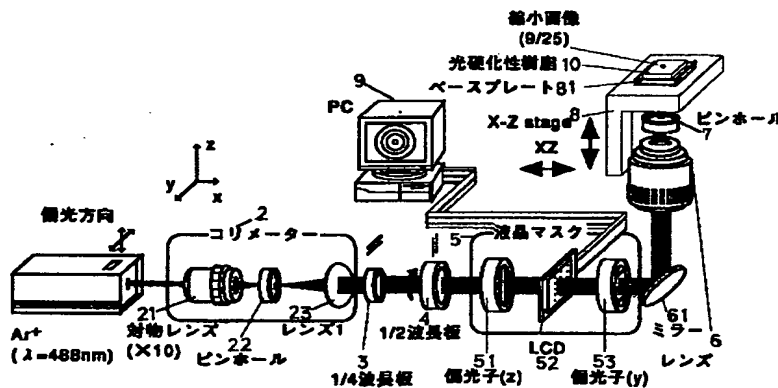
【図7】液晶マスクに用いた他の画像の図上とSEM観察像を示す図。

【図8】多品種同時生産についての入力画像とSEM観察像を示す図。

【符号の説明】

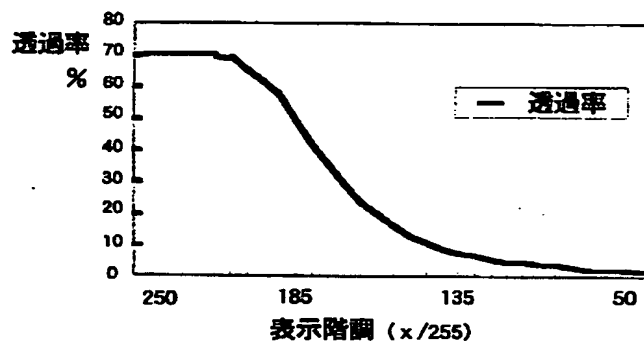
- 1 光源
- 2 コリメータ部
- 3 1/4波長板
- 4 1/2波長板
- 5 液晶マスク部
- 6 レンズ
- 7 ピンホール
- 8 X-Zステージ
- 9 制御部(PC)
- 10 造形対象物

【図1】

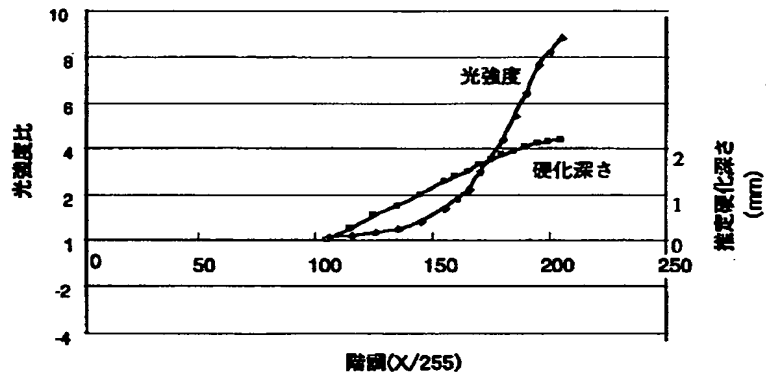


【図2】

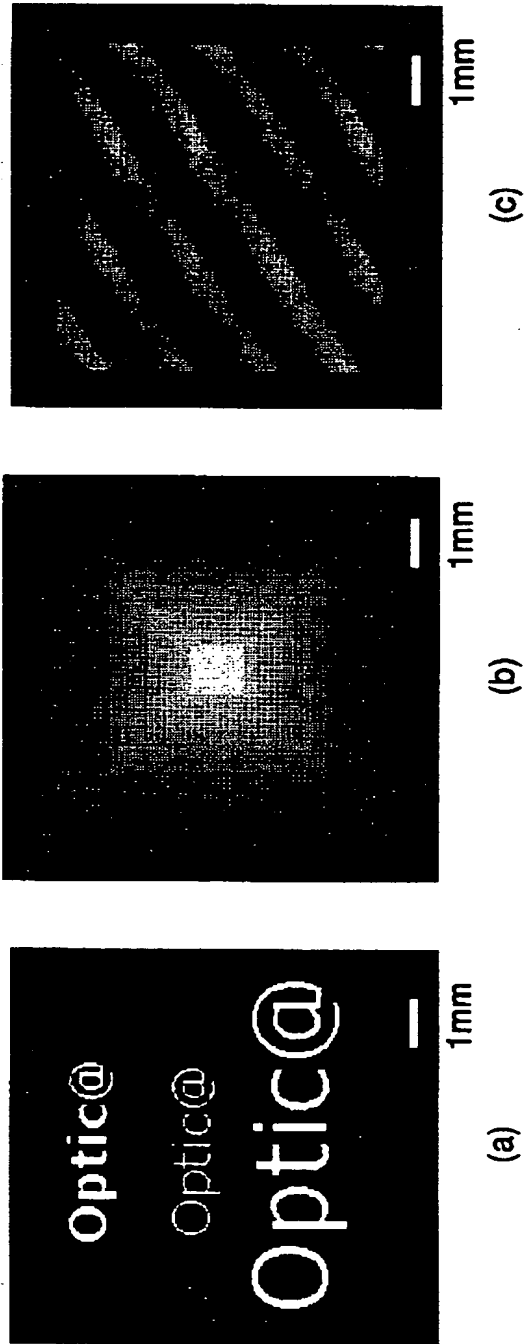
液晶の光透過率



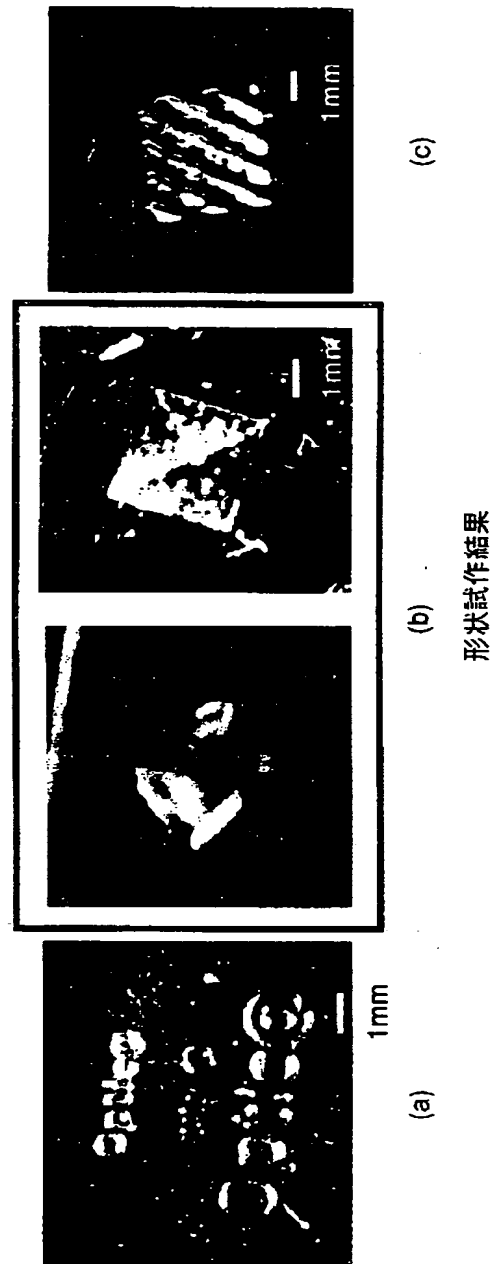
【図3】



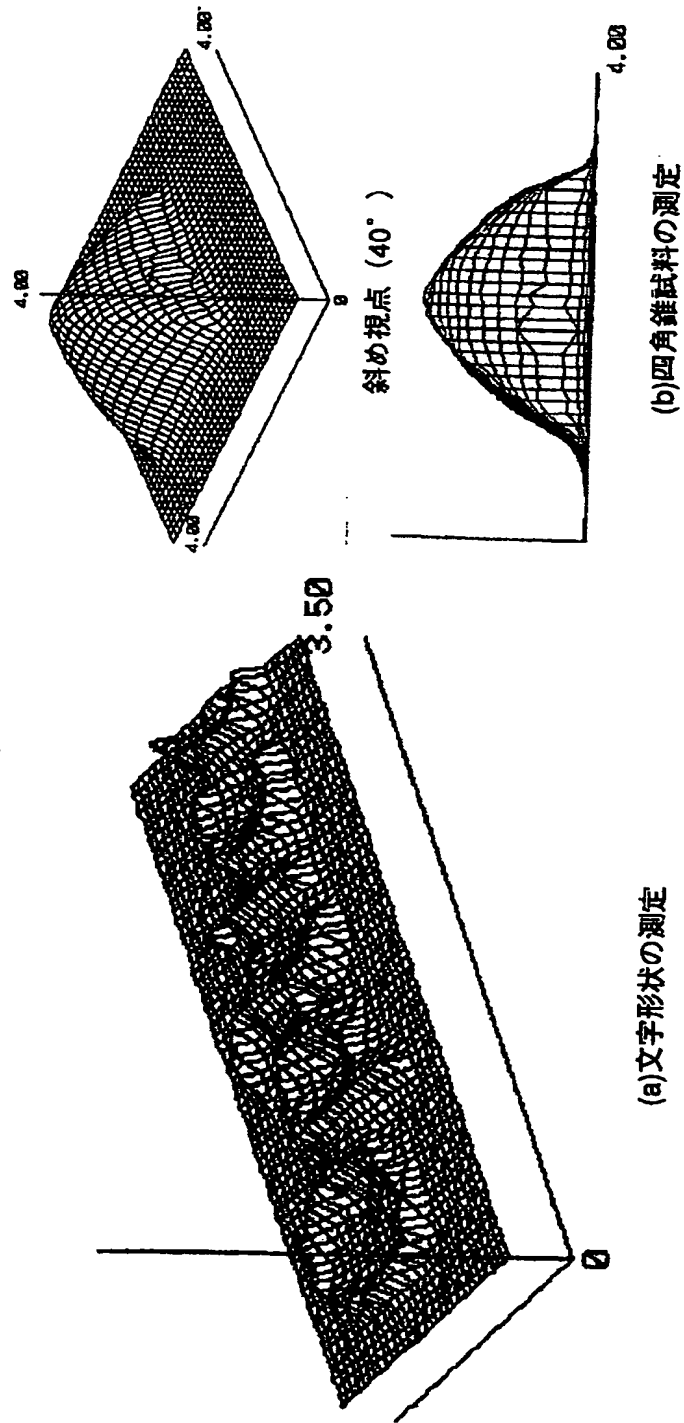
【図4】



【図5】



【図6】

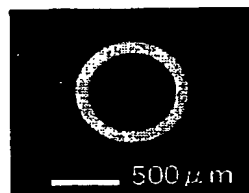


光リング変位センサによる測定

【図7】

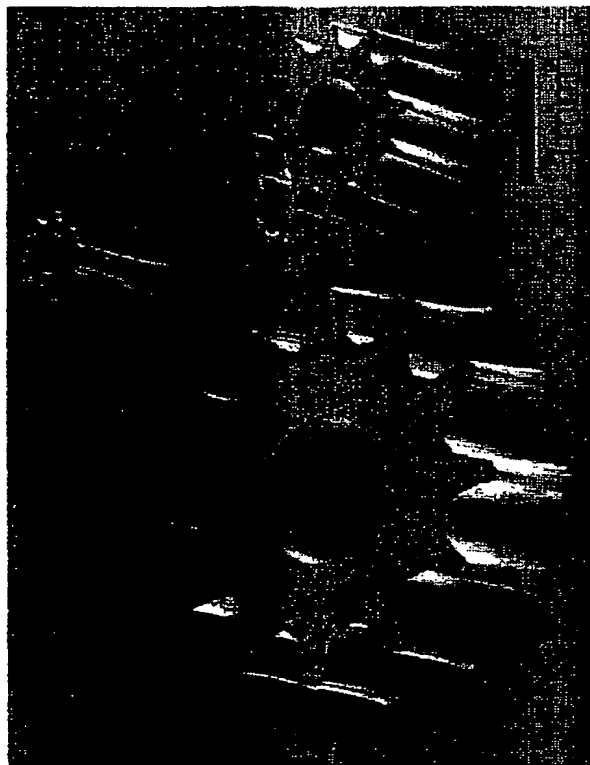


(a)

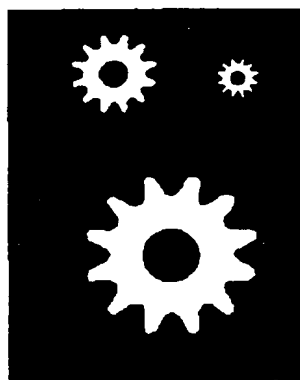


(b)

【図8】



SEM観察像
(b)



入力画像
(a)

【手続補正書】

【提出日】平成12年8月1日(2000. 8. 1)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】請求項4

【補正方法】変更

【補正内容】

【請求項4】造形対象物は、光硬化性樹脂を用いることを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の光造形装置。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0001

【補正方法】変更

*【補正内容】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光造形装置及び光造形方法に係り、特に、可視光光源及び液晶パネルを用いて、造形対象物（例えば、樹脂）の3次元形状を非積層・一体で光造形する光造形装置及び光造形方法に関する。

【手続補正3】

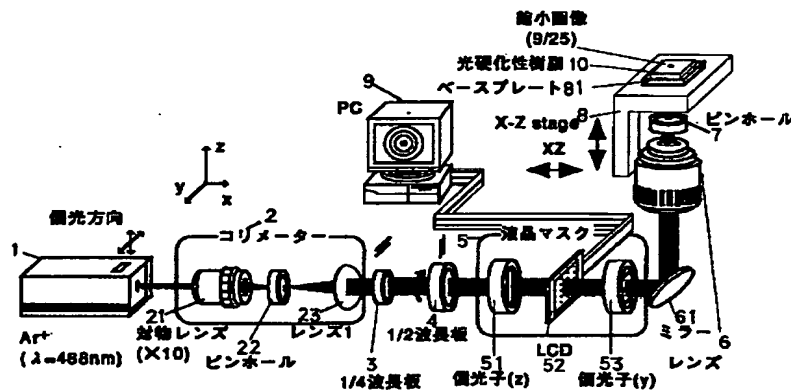
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図1

【補正方法】変更

【補正内容】

*【図1】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H088 EA39 HA15 HA18 HA21 HA24
 HA29
 2H097 AA16 BB01 CA07 EA01 FA02
 LA15
 4F213 AA36 AA42E AA43E AH12
 AP06 AR07 WA25 WA40 WB01
 WL14 WL35 WL44 WL64 WL79
 WL83 WL93 WL95 WW34

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.